

# 南極海における係留観測

小野 数也<sup>1</sup>、深町 康<sup>2</sup>

1. 技術部先端技術支援室
2. 水・物質循環部門海洋・海氷動態分野

## はじめに

南極昭和基地から東に位置するケープダンレー沖（図 1、2）は、南極底層水が形成されている場所であることが示唆されている。ここで生成される底層水の流量や流路を、1年以上連続的にデータが取得できる係留観測により明らかにする。今回、第 52 次南極地域観測隊（JARE52）に参加して「しらせ」に乗艦し、係留系を設置したので報告する。また、第 51 次南極観測隊（JARE51）で投入した係留系の回収についても併せて報告する。

## 研究背景

南極底層水とは、南極沿岸に点在するポリニヤ域で生成される高密度水を起源としている。この水は海洋大循環の駆動源であり、海氷生産に伴って生成され、主な生成域はウェッデル海、ロス海、アデリーランド沖であることが知られている。近年、衛星データの研究よりアメリー棚氷の北西沖に位置するケープダンレーポリニヤの海氷生産量がロス海ポリニヤに次いで 2 番目に多いことが示唆された（Tamura *et al.*, 2008）。これを受けて、2008–2009 年、白鳳丸・海鷹丸での海洋観測および係留系の設置・回収が行われた結果、ここでの海氷生産に伴う高密度水の沈み込みを直接とらえることができた。しかし、この係留観測はポリニヤ域から離れた沖合で観測したもので、ポリニヤ内へは海氷に阻まれており、海洋観測や係留系を設置することは出来なかった。そこで、ここでの高い海氷生産過程、底層水の生成過程と生産量を明らかにするため、砕氷能力を持つ日本南極地域観測隊の「しらせ」による係留観測を行った。

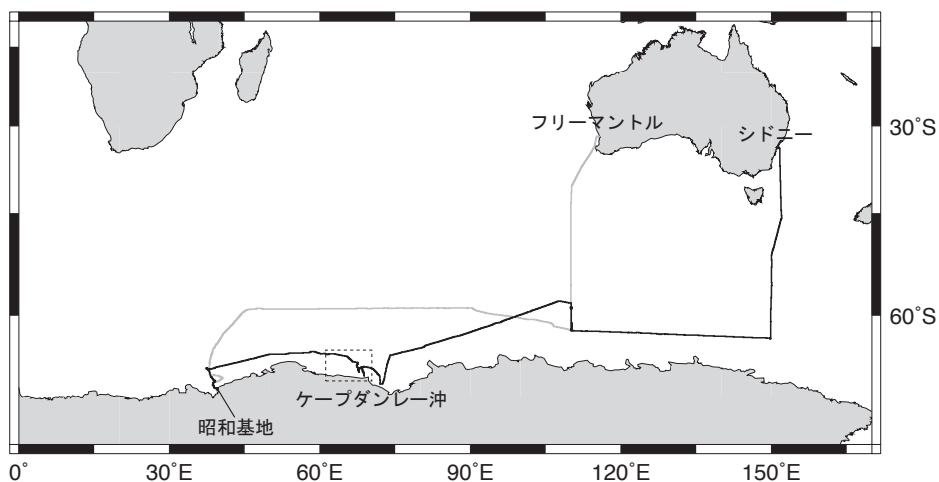


図 1 JARE52 でのフリーマントルからシドニーまでの航路図。  
往路は薄い実線、復路は濃い実線で示した。

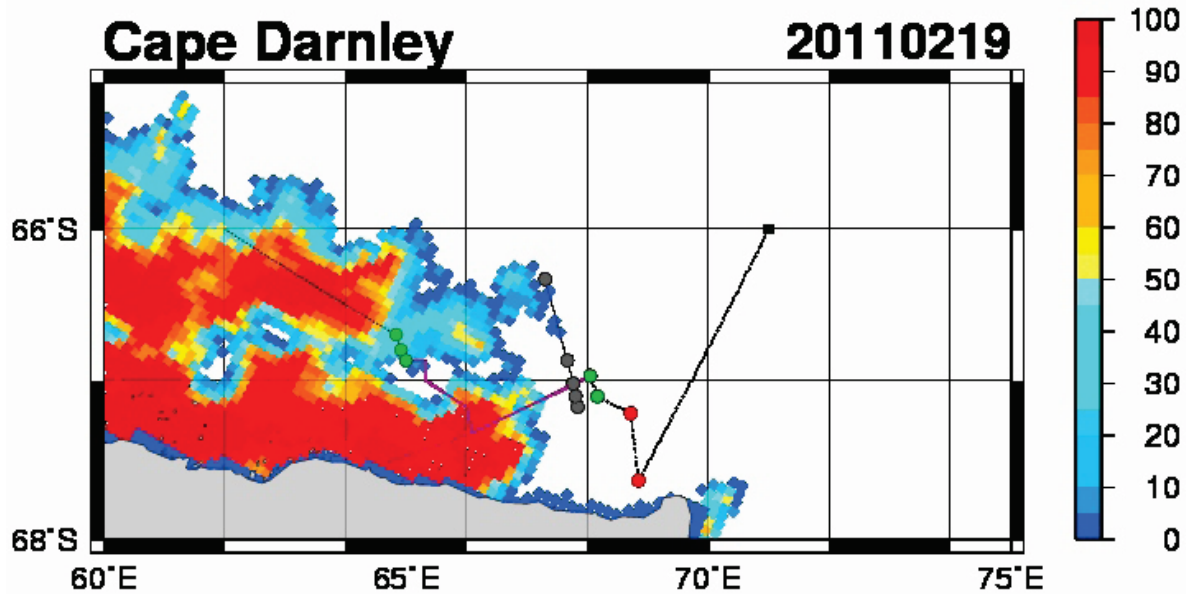


図2 図1の点線部分の拡大図。係留系を設置した地点（灰色5点）と回収した地点（赤色2点）を示した。また、緑点は当初予定していた係留系の設置地点を示した。投入前、2011年2月19日における海氷密接度を重ねてある。

## 係留系の設置

係留系の設置場所を図2に、構成を図3に示す。はじめ、設置と回収に4日程度を予定していた。しかし、全体の観測スケジュールが後ろにずれこんでしまい、我々に与えられた観測期間は2日に縮小してしまった。また海氷が例年より張り出していたため、当初予定していた設置地点には設置できないことが明らかとなった（図2の海氷密接度を参考）。そこで我々は陸上と連絡を取りながら、設置と回収をそれぞれ1日ずつで行えるよう、さらにサイエンスとしても質を落とさないようなベストな観測点を決定した（図2の灰色点）。設置地点は、最も北にあるN5から南に向かってN1までの5点である。

設置当日までの主なセッティングのスケジュールを表1に示す。作業のほとんどは1月以降に行った。12月末に昭和基地沖に接岸してから、係留系を設置した2月27日まで、かなりの時間があった。しかし、我々は海氷観測をはじめとする野外観測のサポートを行っていたため、合間を見て徐々にセッティングを行った。なお、ADCP（超音波多層式流向流速計）に関しては、出国前にセッティングを完了させておいた。

新しく決定した観測点は非常に間隔が狭いため、系を観測点ごとに組み立てる時間は無い。そこで、前日までに図4のように可能な限りつなぎ組み立てておき、本番に備えた。実際の設置作業開始/シンカ投入は、それぞれN5 6:55/7:32、N4 10:39/11:13、N3 12:37/13:09、N2 14:17/14:36、N1 15:18/15:31だった。投入した測器は、N5の流速計（図3）の投入直前にロータが破損してしまったことを除き、全て順調に投入できた。なお、投入する地点の微調整については、「しらせ」に搭載されたマルチビーム測深機により、得られた海底地形測量からベストな位置を決定した。

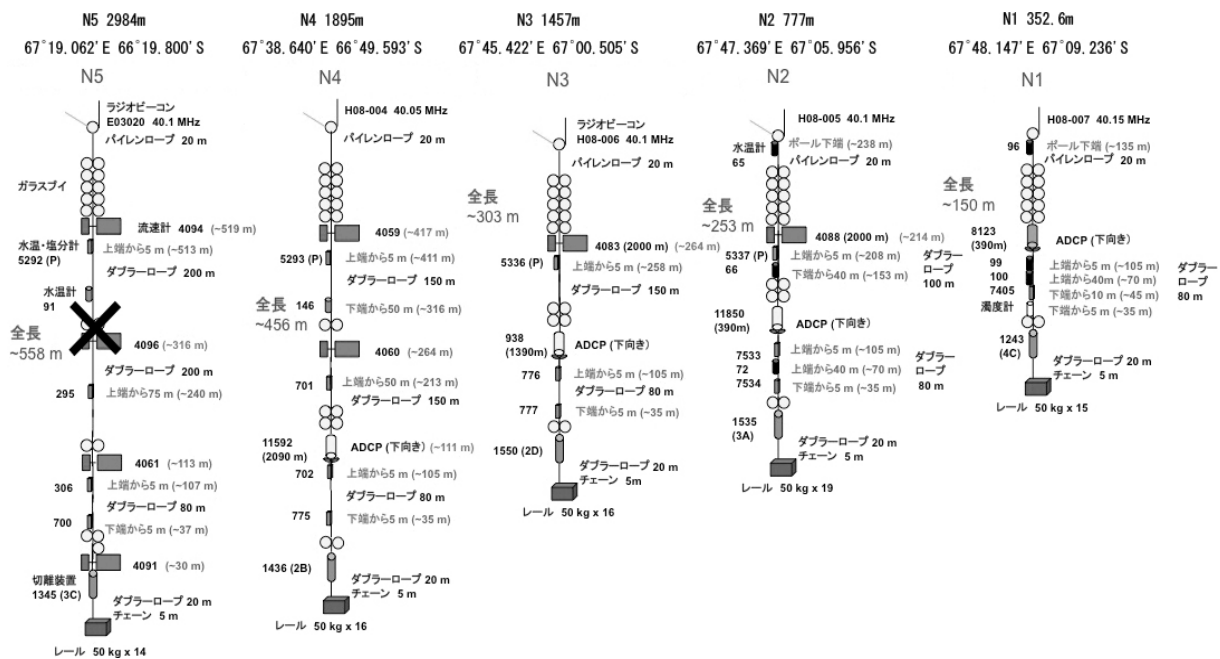


図3 設置した係留系の構成図。系には水温・塩分計、水温計、流速計、超音波多層流向流速計（ADCP）、切離装置、ガラスブイ、ビーコン、そしてレールシンカなどが含まれる。それぞれの写真を付録に示す。



図4 投入前の係留系。他の観測点のものも、観測甲板で出来る限りつないでおいだ。

表1 係留系の投入までのスケジュール

12/12, 1/4, 2/7	CT（電気伝導度、水温）計セットアップ
1/27, 1/30	流速計セットアップ
1/29	ガラスブイ組み立て
2/3, 2/4	CT計の動作確認、グリースアップ
2/4	水温計（乗艦前に起動済み）動作確認
2/7	ADCP（乗艦前に起動済み）動作確認
2/8	ビーコンセットアップ
2/12	切離装置テスト
2/17	ADCP、フレームへの取り付け
2/18, 2/19	CT計、水温計、濁度計のロープへの取り付け
2/19, 2/20	信号ブイの準備（ビーコンの取り付けなど）
2/20	ADCP、フレームへの取り付け
2/21	シンカ用レールの組み立て（観測隊員数名に手伝って頂いた）
2/22	信号ブイ組み立て 濁度計セットアップ
2/23	流速計を作業スペースに移動、信号ブイセットアップやり直し
2/24, 2/25	流速計組み立て（羽根部と本体を結合）
2/26	連結用金具の個数チェック 濁度計の動作確認 N5のほぼ全てとN4の約2/3の系を接続し、甲板に並べた
2/27 設置当日	05:00 N5の残り準備 06:15 N5の最終調整とN4の残り準備 06:55 N5投入開始、流速計ロータ部分の破損を確認。バックアップ機を交換しようとしたものの、そのロータも破損。流速計とガラスブイ2個組を取り外して投入した。 07:32 N5投入完了 完了後、N3、N2の組み立て作業開始、N4最終調整 10:39 N4投入開始 一カ所ロープに捩れが見つかり、投入直前に修正 11:13 N4投入完了 完了後、N1の組み立て作業開始、N3最終調整 12:37 N3投入開始 13:09 N3投入完了 完了後、N2最終調整 14:17 N2投入開始 14:36 N2投入完了 完了後、N1最終調整 15:18 N1投入開始 ロープが入れ物のカゴと絡んでいたため、修正 15:31 N1投入完了

## 係留系の回収

5系全ての係留系の設置を完了し、翌日の2月28日、JARE51で設置した係留系2系（図2の赤丸点）の回収を行った。この係留系はポリニヤ内での海氷生産量を直接観測するため、超音波氷厚計を中心に構成されており、衛星データを用いた氷厚を推定するアルゴリズムの検証にも利用できる。

切離しコマンドをかけ、切離装置より上の部分を回収した。多少のトラブルは発生したが、両観測点ともにコマンドをかけてから揚収が完了するまで、1時間程度で完了した（非常に寒かったが…）。吸い出したデータの中身もトラブルは無く、良好なデータが得られた。得られた塩分データからは冬場の海氷生産に伴う塩分排出による高塩分水が捉えられた。今後のさらなる解析が期待される。



図 5 係留系の設置風景。新生氷が一面に広がっている観測点もあった。

## おわりに

トラブルもほぼなく、無事に係留系の設置と回収ができて、非常に安心した。設置には、事前の係留系のセットアップ、投入前の組み立て（特に N5 の投入直前には N3 のほとんどを組み立てていた）をしていなければ、成功しなかった。また、何人か手伝って頂いた観測隊員の協力も必要不可欠だった。図 5 に示すような海氷がある状態での投入は、「しらせ」の様な砕氷能力のある船でなければ、大幅な投入位置の変更は必至であった。このことを考えると、この 2 日のための（決して拘束時間が短いとは言えなかった）4 ヶ月間は非常に意味のあるものであったと思う。

最後に、南極海での海氷・海洋観測は今までに経験した観測と異なる点が多く、非常に勉強になった。また、今まで扱う事の無かった海洋観測機材や装置に触れる事もでき、さらに海洋観測以外の装置等を扱うこともあり、非常に刺激を受けた。例えば、小野 2011 のイリジウム衛星を利用したメールシステムは、「しらせ」艦内や野外観測に使われた通信手段の概念を参考にさせていただいた。他にも仕事をする上で非常に参考になったことも多く、今後に活かしていきたい。

## 参考文献

Tamura, T., K. I. Ohshima, and S. Nihashi (2008) Mapping of sea ice production for Antarctic coastal polynyas, *Geophys. Res. Lett.*, **35**, L07606, doi:10.1029/2007GL032903.

小野 数也 (2011) 2011 年ロシア船観測の PC ネットワーク、低温科学研究所技術部技術報告、**17**、11 – 14。

付録



水温・塩分計



水温計



ADCP



ガラスブイと流速計をつり上げたところ



組み立てたレールシンカ



ビーコンを付けた信号ブイ



組み立てたガラスブイは投入までコンテナ内に固縛



筆者と「しらせ」